

P24129.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Yutaka TAKAKUBO

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : SCANNING OPTICAL SYSTEM

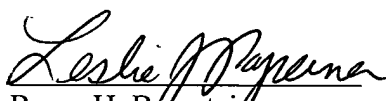
CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2002-346973, filed November 29, 2002. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Yutaka TAKAKUBO


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027
Reg 16
33,329

November 25, 2003
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 9 日
Date of Application:

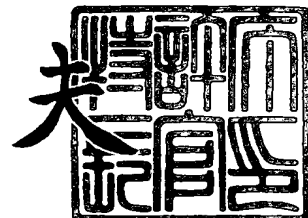
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 6 9 7 3
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 4 6 9 7 3]

出 願 人 ペンタックス株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 0 2 7 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP02299

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

 【氏名】 高窪 豊

【特許出願人】

 【識別番号】 000000527

 【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100098235

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 062606

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9812486

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 走査光学系
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザー光束を発する光源と、その中心軸を中心として一定方向に回転しながらその側面に形成された反射面にて前記レーザー光束を反射することによって、前記レーザー光束を主走査方向に走査するポリゴンミラーと、このポリゴンミラーによって走査されつつ反射された前記レーザー光束を走査対象面上に収束させる結像光学系とを備えた走査光学系であって、

前記ポリゴンミラーの反射面は、6 面以下であって、当該ポリゴンミラーの内接半径を r [mm] , 前記結像光学系の副走査倍率を m , 当該結像光学系の主走査方向における焦点距離を f [mm] , 走査幅の半値を w [mm] とした場合に、 $|m| > 1.85$ の条件下で、下記式(1)を満たすことを特徴とする走査光学系。

$$r < 5 \cos(w/2f) / [2|m| \{1 - \cos(w/2f)\}] \cdots \cdots (1)$$

【請求項 2】

前記結像光学系の主走査方向における焦点距離を f [mm] , 走査幅の半値を w [mm] とした場合に、下記式(2)を満たすことを特徴とする請求項1記載の走査光学系。

$$w/f > 0.70 \cdots \cdots (2)$$

【請求項 3】

前記結像光学系の主走査方向における焦点距離を f [mm] , 走査幅の半値を w [mm] , ポリゴンミラーの面数を N とした場合に、下記式(3)を満たすことを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれか記載の走査光学系。

$$wN/2\pi f > 0.55 \cdots \cdots (3)$$

【請求項 4】

前記結像光学系は 2 枚のレンズから構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか記載の走査光学系。

【請求項 5】

前記結像光学系を構成するレンズ面のうち最も副走査断面パワーが大きい面が最も被走査面側にあることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか記載の走査光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、レーザー光源から発する変調光を回転多面鏡によって主走査方向へ動的に偏向走査することにより感光体ドラム表面上にスポット光を走査する走査光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】

走査光学系は、例えば、電子写真方式によるレーザービームプリンタや、デジタルコピー機や、レーザーファックスや、レーザープロッタにおいて、走査対象面である感光体(感光ドラム等)の表面を変調ビームによって走査するために、用いられる。

【0003】

具体的には、走査光学系は、画像情報に従ってオンオフ変調されたレーザービームを線像形成レンズによって偏向器の反射面の近傍において主走査方向に直行する副走査方向に収束させるとともに、この偏向器によって主走査方向へ動的に偏向し、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させる。これにより、走査光学系は、オンオフ変調されたスポット光を走査対象面上で主走査方向に沿って等速度で走査させ、複数のドットからなる二次元状の画像を走査対象面上に形成する。

【0004】

図 8 は、この種の走査光学系 2 の斜視図である。

図 8 において、レーザー光源 70 から発したレーザービームは、線像光学系 71 を透過し、偏向器としてのポリゴンミラー(回転多面鏡) 72 の反射面近傍において線像を形成する。ポリゴンミラー 72 は、その反射面において光束を反射させると共に、自らが等角速度で回転することによって、レーザービームを主走査

方向に動的に偏向している。ポリゴンミラー 72 によって動的に偏向されたレーザービームは、結像光学系 73 によって、走査対象面である感光ドラム 74 上にスポット光として収束させられる。

【0005】

ポリゴンミラー 72 の各反射面は、その回転軸と平行である(即ち、副走査方向に平行である)ことが望ましいが、製造誤差等の影響で完全に平行であることはなく、不可避免的に回転軸に対して傾いた状態になっている。この状態は、「面倒れ」と呼ばれている。

【0006】

図 9 は、ポリゴンミラー 72 における「面倒れ」の説明図である。図 9 a は、ポリゴンミラー 72 の斜視図であり、図 9 b は、ポリゴンミラー 72 を副走査方向から見た図である。本来、図 9 において実線で示すように、ポリゴンミラー 72 の各反射面が、その回転軸に対して平行であることが理想であるが、実際は、破線で示すようにポリゴンミラー 72 の反射面が回転軸に対して傾いた状態になっていることがある。ポリゴンミラー 72 の反射面が回転軸に対して傾きを持っていると、図 9 b に示すように、当該反射面で反射された光束が副走査方向において、光軸からズレた方向に偏向されてしまい、結果として被走査対象面上において副走査方向にズレた位置で光束が収束してしまう。

【0007】

一般的には、走査光学系 2 を副走査方向から見た光学構成図である図 10 に示すように、副走査方向において、線像光学系 71 によって収束される光束によって形成される線像の位置とポリゴンミラー 72 の反射面位置をほぼ一致させると共に、前記線像位置と被走査対象面である感光ドラム 74 とを、結像光学系 73 を介して光学的に共役関係にすることで、このような「面倒れ」による誤差を補正している。図 10 に示したポリゴンミラー 72 の反射面において、実線は面倒れの起きていない状態、破線は面倒れの起きている状態を示す。また、実線で示す光線は面倒れの起きていない場合の光線であり、破線で示す光線は面倒れの起きている場合の光線である。前記共役関係にすることで面倒れの有無に関わらず感光ドラム 74 上での副走査方向の結像位置は一定になる。このような光学構成に

することで、ポリゴンミラー 72 を製造する際に起こる「面倒れ」を精密に防ぐ必要が無くなり、光学系のコストアップを抑えることができる。

【0008】

一方、ポリゴンミラー 72 における偏向点位置変化の例を示す説明図である図 11 に示すように、ポリゴンミラー 72 が回転して光束が偏向されると、偏向角度(即ち、主走査方向におけるポリゴンミラー 72 の各反射面の線像光学系 71 を透過したレーザービームのビーム軸に対する角度)によって反射点が線像光学系 71 の光軸方向にズレるという現象(以下、「偏向点位置変化」という)が、起こる。これは、ポリゴンミラー 72 が多角柱形状をしているため、ポリゴンミラー 72 の回転軸から同一の反射面上にある各反射点までの距離が異なることに起因する現象であり、ポリゴンミラー 72 に製造誤差がなくても、必ず生じるものである。図 11 において、d は、ポリゴンミラー 72 の反射面位置と線像光学系 71 の線像形成位置のずれ量(以下「偏向点位置変化量」という)を示す。図 11 において、例えばポリゴンミラー 72 が実線で示す角度にあるときに、線像光学系 71 によって形成された線像の位置とポリゴンミラー 72 の反射面位置が一致しているとした場合、ポリゴンミラー 72 が回転してポリゴンミラー 72 が破線の角度になるとポリゴンミラー 72 の偏向点と線像光学系 71 によって形成された線像の位置は距離 d だけずれることになる。

【0009】

線像光学系 71 によって形成された線像は、線像光学系 71 からの距離が常に同じとなる位置に形成されているが、ポリゴンミラー 72 が回転することによって、偏向点位置変化が起こるため、偏向点と線像形成位置との間にずれが生じる。そのため、副走査方向においてポリゴンミラー 72 の反射面上の線像と被走査対象面とが、結像光学系 73 を介して光学的に共役関係になるような光学構成にした所で、実際には、そのような共役関係は、ポリゴンミラー 72 の反射面がレーザービームに対してある特定の偏向角となる場合にしか、成立しない。

【0010】

図 12 は、走査光学系 2 において、偏向点位置変化と面倒れが同時に起きた場合の説明図である。72a は共役関係が成立している時におけるポリゴンミラー

72の反斜面の位置を示し、72bは偏向点位置変化が起きた時におけるポリゴンミラー72の反射面の位置を示す。また、72bにおいて、実線は、面倒れの起きていない状態、破線は、面倒れの起きている状態を示す。図12に示すように、ポリゴンミラー72の反射点と線像形成位置との間にズレが生じている(即ち、偏向点位置変化が起こっている)偏向角においては、上述したような共役関係が崩れてしまう。その結果、ポリゴンミラー72の反射面が面倒れしている場合、面倒れ誤差は十分に補正されずに、走査対象面上に収束するスポットは、正規の位置よりも副走査方向に変位した場所に形成されることになる。

【0011】

このように走査線の位置が本来の位置から副走査方向へ変位してしまう現象を、「副走査方向のジッター」、その変位量を「ジッター量」と定義する。この走査線の副走査方向のジッター量は結像光学系73の副走査方向における横倍率(以下、「副走査倍率」とする)、ポリゴンミラー72の反射面の面倒れ角度、およびポリゴンミラー72の反射点と線像形成位置との間のずれ量によって決まるものであり、それぞれの値が大きいほどジッター量も大きくなる。

【0012】

ポリゴンミラー72は複数の反射面を有しているため、反射面の面倒れ角度の大きさは、それぞれの反射面によって異なるのが普通である。このような場合、走査対象面上に形成された走査線の一部を示す図13(aは、副走査方向のジッターがない理想的な走査線の状態を示し、bは、副走査方向のジッターがある走査線の状態を示す)から明らかなように、それぞれの反射面によって走査された各走査線のジッター量は面倒れ角度に応じて変化することになる。つまり、ポリゴンミラー72の一回転毎に、同じ変化(バラつき)が周期的に繰り返されることになる。このような走査線同士の間隔のバラつきは、「ピッチムラ」と呼ばれている。

【0013】

このようなピッチムラは、印刷品質を劣化させる原因となる。特に、バックフォーカス(結像光学系から感光ドラムまでの距離)を長く取ることにより、筐体の小型化と機構設計の自由度を上げることを図った走査光学系では、副走査倍率が

大きくなるので、ジッター量も大きくなってしまい、ピッチムラによる印刷品質の低下が許容範囲を超えてしまう。例えば、特許文献1記載の実施例4について実際にジッター量を計算すると、 $7.0\mu\text{m}$ となる。使用する走査光学系の解像度によって異なるが、ジッター量の許容値は、 600dpi の走査光学系を用いる場合、 $5.0\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。しかし、ポリゴンミラーの反射面が6面以下である時、また、副走査倍率が高い(具体的には、副走査倍率 $|m| > 1.85$ である)時には、従来の設計手法によるとジッター量が $5.0\mu\text{m}$ よりも大きくなってしまうので、印刷品質を致命的に低下させていた。

【0014】

一方、副走査方向においてポリゴンミラーに対して斜めに光束を入射させ、かつ副走査方向におけるポリゴンミラーへの入射角度と副走査倍率が所定の関係式を満たすようにすることで、製造段階において発生するポリゴンミラーの回転軸から各偏向面(反射面)までの距離の誤差である「面の出入り」によって画像上に周期的に発生するピッチムラを抑える方法が、従来提案されている(例えば、「特許文献2」参照)。しかしながら、特許文献2において「面の出入り」とは、上記の通り、製造誤差等によって生じるポリゴンミラーの回転軸から夫々の偏向面までの距離の誤差のことであり、偏向器としてポリゴンミラーを用いた走査光学系に必然的に発生する「偏向点位置変化」とは、異なる。

【0015】

【特許文献1】

特開平7-113950号公報

【特許文献2】

特開平5-142495号公報

【特許文献3】

特開2000-047133号公報

【発明が解決しようとする課題】

上記のような問題を解決するための根本的手段は、ポリゴンミラーの面倒れ角度そのものを小さくすることによって、ジッター量を小さくすることである。

【0016】

しかしながら、通常の製造工程によって製造されるポリゴンミラーには、およそ $180'' (= 0.00087 \text{ rad})$ 程度の面倒れが起こっていることが普通であり、それ以上に精度の高い(即ち、面倒れ角度の小さい)ポリゴンミラーを製造しようとするすると製造コストが上昇してしまう。

【0017】

本発明は、以上の問題点を解決し、全長が短く、かつバックフォーカスの長い走査光学系において、ポリゴンミラーの偏向点変化と面倒れに伴って発生する副走査方向のジッターを低減することが可能な走査光学系を提供することを、課題とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明の走査光学系は、以下のような構成を採用した。

即ち、本発明の走査光学系は、レーザー光束を発する光源と、その中心軸を中心として一定方向に回転しながらその側面に形成された反射面にて前記レーザー光束を反射することによって、前記レーザー光束を主走査方向に走査するポリゴンミラーと、このポリゴンミラーによって走査されつつ反射された前記レーザー光束を走査対象面上に収束させる結像光学系とを備えた走査光学系であって、前記ポリゴンミラーの反射面は、6面以下であって、当該ポリゴンミラーの内接半径を r [mm]，前記結像光学系の副走査倍率を m ，当該結像光学系の主走査方向における焦点距離を f [mm]，走査幅の半値を w [mm] とした場合に、 $|m| > 1.85$ の条件下で、下記式(1)

$$r < 5 \cos(w/2f) / [2|m|\{1 - \cos(w/2f)\}] \cdots \cdots (1)$$

を満たすことを、特徴としている。

【0019】

このように構成されると、結像光学系の副走査倍率が 1.85 以上である走査光学系において、ポリゴンミラーの反射面が6面以下であり、その反射面に $180''$ 程度の面倒れがあっても、ジッター量を $5.0 \mu\text{m}$ 以下に抑えることができる。

【0020】

また、この走査光学系は、結像光学系の主走査方向における焦点距離を f [mm] , 走査幅の半値を w [mm] とした場合に、下記式(2)

$$w/f > 0.70 \quad \dots\dots(2)$$

を満たすように構成されている場合に特に有用である。上記式(2)を満たす場合は、走査光学装置が小型化できる反面、結像光学系の画角 (w/f) が大きくなるためジッター量も増加してしまう。したがって、上記式(2)を満たす走査光学系において上記式(1)を満足させることが有効である。

【0021】

また、この走査光学系における結像光学系の主走査方向における焦点距離を f [mm] , 走査幅の半値を w [mm] , ポリゴンミラーの面数を N とした場合に、下記式(3)

$$wN/2\pi f > 0.55 \quad \dots\dots(3)$$

を満たしてもよい。

【0022】

結像光学系は2枚のレンズから構成されていることが望ましい。結像光学系が1枚で構成されるよりも、2枚で構成される場合のほうが、より副走査倍率を小さく抑えることが可能になるので、より良好にジッター量を抑えることができる。

【0023】

また、結像光学系を構成するレンズ面のうち最も副走査断面パワーが大きい面は、最も被走査面側にあることが望ましい。このように構成されると、結像光学系が同じ枚数のレンズで構成される走査光学系において、より副走査倍率を小さく抑えることができるので、より効果的にジッター量を低減できる。

【0024】**【発明の実施の形態】**

以下、図面に基づきこの発明にかかる走査光学系の実施の形態を、説明する。

【0025】

図1は、本発明の実施形態である走査光学系1の主走査方向における構成を示

す光学構成図であり、図 2 は、この走査光学系 1 の動作を示す説明図である。図 1 及び図 2 に示されるように、この走査光学系 1 は、レーザー光束を発するレーザー光源 10、このレーザー光源 10 から発されたレーザー光束を主走査方向においては平行光とするとともに副走査方向において収束光とすることによって線像を形成する線像光学系としての第 1 光学系 13、その各側面がレーザー光束を反射する反射面として形成された正六角柱形状を有するとともにその中心軸 15a を中心に回転する偏向器であるポリゴンミラー 15、回転するポリゴンミラー 15 の各反射面にて反射されることによって動的に偏向されたレーザー光束をスポットとして収束させる結像光学系としての第 2 光学系 18、及び、その外周面が走査対象面 S として機能する感光ドラムから、構成されている。なお、以下の説明を容易にするために、ポリゴンミラー 15 の中心軸 15a に直行する面と平行な方向（特に、ポリゴンミラー 15 と走査対象面 S との間においては、第 2 光学系 18 の光軸とポリゴンミラー 15 の中心軸 15a に直交する方向）が「主走査方向」とであると定義し、中心軸 15a と平行な方向が「副走査方向」とであると定義する。また、第 2 光学系 18 の光軸を含みポリゴンミラー 15 の中心軸 15a に直交する面を主走査断面と定義し、第 2 光学系 18 の光軸を含み主走査断面と直交する面を副走査断面と定義する。

【0026】

レーザー光源 10 から発散光として射出されるレーザービームは、第 1 光学系 13 を構成するコリメートレンズ 11 を透過することによって断面楕円形の平行光束に変換された後、同じく第 1 光学系 13 を構成するシリンドリカルレンズ 12 を透過することによって副走査方向において収束され、等角速度で回転するポリゴンミラー 15 の反射面によって動的に偏向される。なお、主走査方向において、第 1 光学系 13 を透過したレーザービームは、平行光束のままポリゴンミラー 15 で反射される。

【0027】

ポリゴンミラー 15 により副走査方向においては発散光、主走査方向においては平行光束として偏向されたレーザービームは、第 2 光学系 18 を構成する第 1 レンズ 16、第 2 レンズ 17 を順に透過する。第 2 光学系 18 を透過したレーザ

ービームは、第2光学系18の収束パワーによって走査対象面S上を露光するスポット光として収束され、ポリゴンミラー15の回転に伴って感光ドラムの表面(走査対象面)S上を主走査方向に沿って等速度に走査する。スポット光は、走査対象面S上に線上の軌跡(走査線)を描くが、走査対象面S自体が、副走査方向へ等速度で移動されるので、走査対象面S上には、複数の走査線が等間隔に形成される。また、このように走査対象面S上で繰り返し走査されるレーザービームは、図示せぬ変調器(又はレーザー光源10そのもの)により、画像情報に従ってオンオフ変調されているので、走査対象面S上には、複数のドットからなる二次元状の画像が描画される。

【0028】

ポリゴンミラー15は、第1光学系13を透過したレーザービームがシリンドリカルレンズ12の収束パワーによって線像を形成する位置(線像形成位置)がポリゴンミラー15の反射面上にある時(即ち、線像形成位置と偏向点とが一致している時)に、ポリゴンミラー15によって反射された光束の主光線と第2光学系18の光軸とが同軸になるように配置されている場合が多い。この時、ポリゴンミラー15の反射面上における線像形成位置と走査対象面Sとは、第2光学系18によって副走査方向において光学的に共役となっている。そのため、ポリゴンミラー15の各反射面の僅かな傾き(いわゆる「面倒れ」)による走査対象面S上の走査位置の副走査方向へのズレが、防止される。

【0029】

しかしながら、ポリゴンミラー15の回転に伴って上述したような偏向点位置変化が起こるため、このような共役関係が常に保たれるというわけではない。そこで、共役関係が崩れることによって補正されなくなったズレの量(ジッター量)の増加を抑制するために、走査光学系1は、以下のように設計されている。

【0030】

即ち、走査光学系1は、ポリゴンミラー15の内接半径 r [mm] は、第2光学系18の副走査倍率を m 、第2光学系の主走査断面における焦点距離を f [mm] , 走査幅の半値を w [mm]とした時、 $|m| > 1.85$ の状態において、以下の条件式(1)を満たす。

$$r < 5 \cos(w/2f) / [2|m| \{1 - \cos(w/2f)\}] \cdots (1)$$

このように構成されると、偏向点位置と走査対象面 S との共役関係が成り立っていない時において、第 2 光学系 18 の副走査倍率が多い場合 ($|m| > 1.85$) でも、ジッター量を小さく ($5 \mu\text{m}$ 以下に) 抑えることができる。

図 3 は、本実施形態における走査光学系 1 の副走査方向からみた光学構成図である。

【0031】

また、走査光学系 1 は、第 2 光学系 18 の主走査断面における焦点距離を f [mm] , 走査幅の半値を w [mm] , ポリゴンミラー 15 の面数を N とした時、以下の条件式を満たすように設計されている。

$$w/f > 0.70 \quad \cdots (2)$$

$$wN/2\pi f > 0.55 \quad \cdots (3)$$

走査光学系 1 が、式 (2) を満たすように構成されると、画角が大きい走査光学系においても、良好にジッター量を低減することができる。一方走査光学系 1 が式 (3) を満たしている場合は、ポリゴンミラー 15 の面数が 4 面より多い時に限られる。ポリゴンミラー 15 の面数が 4 面以下になると、偏向点位置変化量が大きくなりすぎてしまいジッター量を小さく抑えることが難しくなる。

【0032】

以下では、まず、本実施形態の走査光学系 1 が、条件式 (1) を満たしていない場合の具体例を比較例として説明し、続いて、条件式 (1) を満たしている場合の具体例を実施例 1～3 として説明する。

【0033】

なお、第 2 光学系 18 を構成する各レンズのレンズ面は、回転非対称球面である場合もあるが、そのような形状を持つレンズ面には本来の意味での光軸を、定義することができない。そのため、以下、「光軸」との文言は、各レンズ面の面形状を式によって表現する時に設定される原点を通る軸(光学基準軸)との意味で、用いられるものとする。

【0034】

【比較例】

比較例では、第2光学系18全体としての焦点距離は140mmであり、第2光学系18の副走査倍率は-2.15であり、走査対象面S上での走査幅（レーザー光束が走査される主走査方向幅）の半値は108mmである。

また、ポリゴンミラー15の内接半径は20.0mm、面数は6面であり、主走査方向においてポリゴンミラー15に入射するレーザー光束と第2光学系18の光軸とがなす角度（即ち、偏向角）は-80.0°である。なお、偏向角は、主走査断面内において、第2光学系18の光軸に対してレーザー光束が時計方向に角度をなす時に負、反時計方向に角度をなす時に正の符号をとる。

以上の数値を条件式(1)に当てはめてみると、ポリゴンミラーの内接半径 r [mm] は、14.7mm以下でなければいけないが、比較例においては、この条件を満たしていない。

【0035】

比較例における第1光学系13から走査対象面Sに至る光路上の各面の具体的な数値構成を、表1に示す。

【0036】

【表1】

面番号	Ry	Rz	面間隔	屈折率		
シリンドリカルレンズ	∞	33.20	4.00	1.5107		第1光学系
	∞		62.36			
ポリゴンミラー			28.00			
1	-220.00	-220.00	10.00	1.5192	第1レンズ	第2光学系
2	-50.93	-50.93	25.00			
3	-118.99	25.60	5.00	1.4862	第2レンズ	
4	-156.70	-156.70	112.00			

表1において、「面番号」の数字は、第2光学系18の面番号を示し、1及び2が、第1レンズ16の各レンズ面に相当し、3及び4が、第2レンズ17の各レンズ面に相当する。また、表1において、「Ry」は、主走査方向における近軸曲率半径(単位 [mm])である。また、「Rz」は副走査方向における近軸曲率半径(単位 [mm])である。また、表1において、「面間隔」は、光軸上における次の面までの距離(単位 [mm])であり、「屈折率」は、次の面までの間の媒質の設計波長780mmに対する屈折率(空気については省略)である。

【0037】

表 1 に示されたシリンドリカルレンズ 12 の前面は、シリンドリカル面（凸面）であり、その後面は、平面である。また、第 2 光学系 18 の第 1 レンズ 16 を構成する面番号 1 のレンズ面と、第 2 レンズ 17 を構成する面番号 4 のレンズ面は、球面である。

【0038】

第 2 光学系 18 の第 1 レンズ 16 を構成する面番号 2 のレンズ面は、回転対称非球面である。従って、その断面形状は、光軸からの半径(h)の点における光軸での接平面からのサグ量Xとして、下記式(4)により表される。

$$X(h)=1/Ry \cdot h^2/[1+\sqrt{1-(\kappa+1)^2 h^2/Ry^2}]+A_4 h^4+A_6 h^6+A_8 h^8 \dots (4)$$

式(4)において、Ryは表 1 に挙げられた「曲率半径」、 κ は円錐係数、 A_4 , A_6 , A_8 は、夫々、4 次、6 次、8 次の非球面係数である。比較例において面番号 2 のレンズ面の具体的形状を特定するために式(4)に適用される各係数を、表 2 に示す。

【0039】

【表 2】

	面番号 2
κ	0.0
A_4	1.73E-06
A_6	4.44E-10
A_8	-5.90E-13
A_{10}	2.12E-16

第 2 光学系 18 の第 2 レンズ 17 を構成する面番号 3 のレンズ面は、アナモフィック非球面（即ち、主走査断面は光軸からの主走査方向の関数、副走査断面は曲率が光軸からの主走査方向の距離の関数として、独立に定義される非球面）である。従って、その主走査断面における形状は、光軸からの高さ(y)の点における光軸での接平面からのサグ量X(y)として、下記式(5)により表され、主走査方向の各高さ(y)での副走査方向における形状は、円弧形状をとる。また、その曲率 $1/[Rz(y)]$ は、下記式(6)により表される。

$$X(y)=1/Ry \cdot y^2/[1+\sqrt{1-(\kappa+1)^2 y^2/Ry^2}] \\ +AM_1 y+AM_2 y^2+AM_3 y^3+AM_4 y^4+AM_5 y^5+AM_6 y^6+AM_7 y^7+AM_8 y^8 \dots \dots (5)$$

$$1/[Rz(y)]=1/Rz$$

$$+ AS_1y+AS_2y^2+AS_3y^3+AS_4y^4+ AS_5y^5+AS_6y^6+AS_7y^7+AS_8y^8\cdots \cdots(6)$$

これら式(5)，(6)において、 R_y は表1に挙げられた主走査方向における近軸曲率半径であり、 R_z は表1に挙げられた副走査方向における近軸曲率半径であり、 κ は円錐係数、 AM_1 ， AM_2 ， AM_3 ， AM_4 ， AM_5 ， AM_6 ， AM_7 ， $AM_8\cdots$ は夫々主走査方向に関する1次，2次，3次，4次，5次，6次，7次，8次…の非球面係数であり、 AS_1 ， AS_2 ， AS_3 ， AS_4 ， AS_5 ， AS_6 ， AS_7 ， $AS_8\cdots$ は夫々副走査方向に関する1次，2次，3次，4次，5次，6次，7次，8次…の非球面係数である。比較例において面番号3のレンズ面の具体的形状を特定するためにこれら各式(5)，(6)に適用される各係数を、表3に示す。

【0 0 4 0】

【表3】

	AM	AS
κ	0.0	0.0
1	0.00E+00	-2.16E-05
2	0.00E+00	-1.04E-06
3	0.00E+00	0.00E+00
4	1.21E-06	-2.54E-09
5	0.00E+00	0.00E+00
6	-1.26E-10	9.53E-13
7	0.00E+00	0.00E+00
8	-4.61E-14	-1.19E-16
9	0.00E+00	0.00E+00
10	1.97E-17	0.00E+00
11	0.00E+00	0.00E+00
12	-2.49E-21	0.00E+00
13	0.00E+00	0.00E+00
14	5.76E-26	0.00E+00

以上のように具体的に構成された比較例の走査光学系1によると、偏向点位置変化量の最大値が、1.59mmとなり、走査対象面上のジッター量の最大値が、5.9 μ mと許容範囲(5 μ m以下)を超えてしまう。

【0 0 4 1】

なお、比較例のジッター図を、図4に示す。図4において、縦軸は走査対象面Sでの光軸からの高さy，横軸は走査対象面S上での実際のスポット位置の副走査方向のズレ量を表す。この図4から明らかなように、走査光学系1が比較例の

ように構成されると、ジッター量の最大値が許容範囲を超えてしまう。

【0042】

【実施例1】

実施例1では、第2光学系18全体としての焦点距離は150mmであり、第2光学系18の副走査倍率は-2.22であり、走査対象面S上での走査幅の半値は108mmである。また、ポリゴンミラー15の内接半径は12.1mm、面数は6面であり、偏向角は-80.0°である。

以上の数値を条件式(1)に当てはめてみると、ポリゴンミラーの内接半径 r [mm]の条件は、16.4mm以下となり、実施例1は、この条件を満たしている。

【0043】

実施例1における第1光学系13から走査対象面Sに至る光路上の各面の具体的な数値構成を、表4に示す。

【0044】

【表4】

面番号	Ry	Rz	面間隔	屈折率		
シリンドリカルレンズ	∞	33.20	4.00	1.5107		第1光学系
	∞		62.36			
ポリゴンミラー			28.00			
1	-220.00	-220.00	10.00	1.5192	第1レンズ	第2光学系
2	-53.70	-53.70	27.00			
3	-121.40	26.46	5.00	1.4862	第2レンズ	
4	-157.60	-157.60	120.00			

表4における各欄の意味は、上述した表1のものと同一である。

【0045】

表4に示されたシリンドリカルレンズ12の前面は、シリンドリカル面（凸面）であり、その後面は、平面である。また、第2光学系18の第1レンズ16を構成する面番号1のレンズ面と、第2レンズ17を構成する面番号4のレンズ面は、球面である。

【0046】

第2光学系18の第1レンズ16を構成する面番号2のレンズ面は、回転対称非球面である。実施例1において面番号2のレンズ面の具体的形状を特定するた

めに式(4)に適用される各係数を、表5に示す。

【0047】

【表5】

	面番号2
κ	0.0
A4	1.77E-06
A6	9.58E-11
A8	-1.93E-13

第2光学系18の第2レンズ17を構成する面番号3のレンズ面は、アナモフィック非球面である。実施例1において面番号3のレンズ面の具体的形状を特定するためにこれら各式(5),(6)に適用される各係数を、表6に示す。

【0048】

【表6】

	AM	AS
κ	0.0	0.0
1	0.00E+00	-1.24E-05
2	0.00E+00	-1.51E-06
3	0.00E+00	0.00E+00
4	1.13E-06	-2.08E-09
5	0.00E+00	0.00E+00
6	-1.39E-10	7.77E-13
7	0.00E+00	0.00E+00
8	-2.26E-14	-9.95E-17
9	0.00E+00	0.00E+00
10	1.54E-17	0.00E+00
11	0.00E+00	0.00E+00
12	-3.73E-21	0.00E+00
13	0.00E+00	0.00E+00
14	3.66E-25	0.00E+00

以上のように具体的に構成された実施例1の走査光学系1によると、ポリゴンミラー15の反射面位置と第1光学系13の線像形成位置のずれ量(偏向点位置変化量)の最大値が、0.83mmとなり、走査対象面上のジッター量の最大値が、3.2 μ mに抑えられる。

【0049】

なお、実施例1の第2光学系18のジッター図を、図5に示す。この図5から明らかなように、この実施例1によると、比較例に比べて、ジッターが良好に抑

えられていることが分かる。

【0050】

また、式(2)及び式(3)の左辺を計算するとそれぞれ0.72, 0.69となり両式を満たしている。

【0051】

【実施例2】

実施例2では、第2光学系18全体としての焦点距離は150mmであり、第2光学系18の副走査倍率は-2.07であり、走査対象面S上での走査幅の半値は108mmである。また、ポリゴンミラー15の内接半径は12.1mm、面数は6面であり、偏向角は-80.0°である。

以上の数値を条件式(1)に当てはめてみると、ポリゴンミラーの内接半径r[mm]の条件は、17.6mm以下となり、実施例2は、この条件を満たしている。

【0052】

実施例2における第1光学系13から走査対象面Sに至る光路上の各面の具体的数値構成を、表7に示す。

【0053】

【表7】

面番号	Ry	Rz	面間隔	屈折率		
シリンドリカルレンズ	∞	33.20	4.00	1.5107		第1光学系
	∞		62.36			
ポリゴンミラー			28.00			
1	-220.00	-220.00	10.00	1.5192	第1レンズ	第2光学系
2	-54.71	-54.71	27.00			
3	-243.72	-243.72	5.00	1.4862	第2レンズ	
4	-380.58	-21.26	120.00			

表7における各欄の意味は、上述した表1のものと同一である。

【0054】

表7に示されたシリンドリカルレンズ12の前面は、シリンドリカル面(凸面)であり、その後面は、平面である。また、第2光学系18の第1レンズ16を構成する面番号1のレンズ面と、第2レンズ17を構成する面番号3のレンズ面は、球面である。

【0055】

第2光学系18の第1レンズ16を構成する面番号2のレンズ面は、回転対称非球面である。実施例2において面番号2のレンズ面の具体的形状を特定するために式(4)に適用される各係数を、表8に示す。

【0056】

【表8】

	面番号2
κ	0.0
A4	1.55E-06
A6	-2.38E-11
A8	-8.65E-14

第2光学系18の第2レンズ17を構成する面番号4のレンズ面は、アナモフィック非球面である。実施例2において面番号4のレンズ面の具体的形状を特定するためにこれら各式(5)、(6)に適用される各係数を、表9に示す。

【0057】

【表9】

	AM	AS
κ	0.0	0.0
1	0.00E+00	1.06E-05
2	0.00E+00	4.32E-06
3	0.00E+00	0.00E+00
4	-9.06E-07	-2.63E-09
5	0.00E+00	0.00E+00
6	2.05E-10	7.44E-13
7	0.00E+00	0.00E+00
8	-6.62E-14	-9.40E-17
9	0.00E+00	0.00E+00
10	1.82E-17	0.00E+00
11	0.00E+00	0.00E+00
12	-3.05E-21	0.00E+00
13	0.00E+00	0.00E+00
14	2.48E-25	0.00E+00

以上のように具体的に構成された実施例2の走査光学系1によると、偏向点位置変化量の最大値が、0.83mmとなり、走査対象面上のジッター量の最大値が、3.0 μ mに抑えられる。

【0058】

なお、実施例2の第2光学系18のジッター図を、図6に示す。この図6から

明らかなように、実施例 2 によると、比較例に比べて、ジッターが良好に抑えられていることが分かる。

【0059】

また、式 (2) 及び式 (3) の左辺を計算するとそれぞれ 0.72, 0.69 となり両式を満たしている。

【0060】

【実施例 3】

実施例 3 では、第 2 光学系 18 全体としての焦点距離は 140 mm であり、第 2 光学系 18 の副走査倍率は -1.92 であり、走査対象面 S 上での走査幅の半値は 108 mm である。また、ポリゴンミラー 15 の内接半径は 13.9 mm、面数は 6 面であり、偏向角は -80.0° である。

以上の数値を条件式 (1) に当てはめてみると、ポリゴンミラーの内接半径 r [mm] の条件は、17.0 mm 以下となり、実施例 3 は、この条件を満たしている。

実施例 3 における第 1 光学系 13 から走査対象面 S に至る光路上の各面の具体的数値構成を、表 10 に示す。

【0061】

【表 10】

面番号	Ry	Rz	面間隔	屈折率		
シリンドリカルレンズ	∞	33.20	4.00	1.5107		第1光学系
	∞		62.36			
ポリゴンミラー			28.00			
1	-220.00	-220.00	10.00	1.5192	第1レンズ	第2光学系
2	-52.20	-52.20	27.00			
3	-250.85	-250.85	5.00	1.4862	第2レンズ	
4	-395.94	-20.78	110.00			

表 10 における各欄の意味は、上述した表 1 のものと同じである。

【0062】

表 10 に示されたシリンドリカルレンズ 12 の前面は、シリンドリカル面（凸面）であり、その後面は、平面である。また、第 2 光学系 18 の第 1 レンズ 16 を構成する面番号 1 のレンズ面と、第 2 レンズ 17 を構成する面番号 3 のレンズ面は、球面である。

【0063】

第2光学系18の第1レンズ16を構成する面番号2のレンズ面は、回転対称非球面である。実施例3において面番号2のレンズ面の具体的形状を特定するために式(4)に適用される各係数を、表11に示す。

【0064】

【表11】

	面番号2
κ	0.0
A4	1.51E-06
A6	-1.12E-10
A8	3.64E-14

第2光学系18の第2レンズ17を構成する面番号4のレンズ面は、アナモフィック非球面である。実施例2において面番号4のレンズ面の具体的形状を特定するためにこれら各式(5)，(6)に適用される各係数を、表12に示す。

【0065】

【表12】

	AM	AS
κ	0.0	0.0
1	0.00E+00	1.13E-05
2	0.00E+00	4.30E-06
3	0.00E+00	0.00E+00
4	-9.16E-07	-2.47E-09
5	0.00E+00	0.00E+00
6	2.25E-10	6.65E-13
7	0.00E+00	0.00E+00
8	-6.97E-14	-8.21E-17
9	0.00E+00	0.00E+00
10	1.62E-17	0.00E+00
11	0.00E+00	0.00E+00
12	-2.27E-21	0.00E+00
13	0.00E+00	0.00E+00
14	1.47E-25	0.00E+00

以上のように具体的に構成された実施例3の走査光学系1によると、偏向点位置変化量の最大値が、1.10mmとなり、走査対象面上のジッター量の最大値が、3.5 μ mに抑えられる。

【0066】

なお、実施例 3 の第 2 光学系 18 のジッター図を、図 7 に示す。この図 7 から明らかなように、実施例 3 によると、比較例に比べて、ジッターが良好に抑えられていることが分かる。

【0067】

また、式 (2) 及び式 (3) の左辺を計算するとそれぞれ 0.77, 0.74 となり両式を満たしている。

【0068】

以上の実施例 1～3 により明かなように、本実施形態の走査光学系 1 が、条件式 (1) を満たすように構成されていると、条件式 (1) を満たさない場合よりも、ジッター量を抑えることができる。

【0069】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、全長が短く、かつバックフォーカスの長い走査光学系において、ポリゴンミラーの偏向点変化と面倒れに伴って発生する副走査方向のジッターを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本実施形態の走査光学系 1 の主走査方向における構成を示す光学構成図

【図 2】 本実施形態の走査光学系 1 の動作例を示す説明図

【図 3】 本実施形態の第 2 光学系 18 の副走査方向における構成を示す光学構成図

【図 4】 比較例 1 のジッター図

【図 5】 実施例 1 のジッター図

【図 6】 実施例 2 のジッター図

【図 7】 実施例 3 のジッター図

【図 8】 一般的な走査光学系の斜視図

【図 9】 ポリゴンミラーの面倒れの説明図

【図 10】 面倒れ補正の説明図

【図 11】 偏向点位置変化の説明図

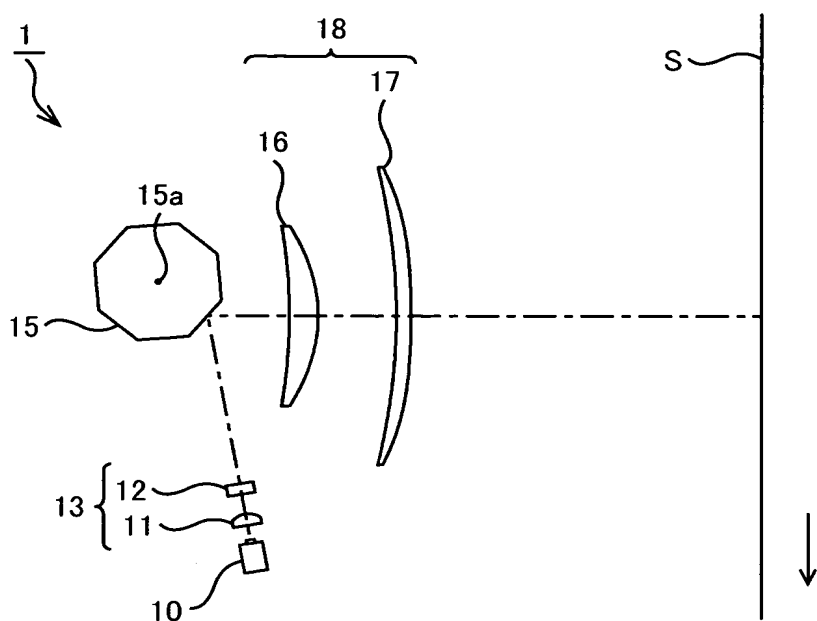
【図 12】 偏向点位置変化、及び面倒れに伴うジッターの説明図

【図 1 3】 走査対象面上に形成されるピッチムラの説明図**【符号の説明】**

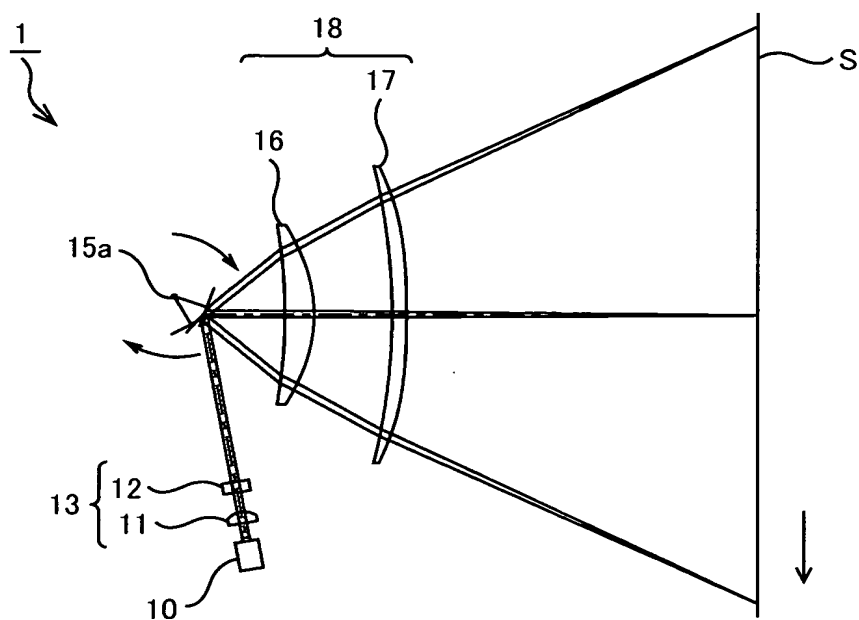
1	走査光学系
1 0	レーザー光源
1 3	第 1 光学系
1 5	ポリゴンミラー
1 8	第 2 光学系
S	走査対象面

【書類名】 図面

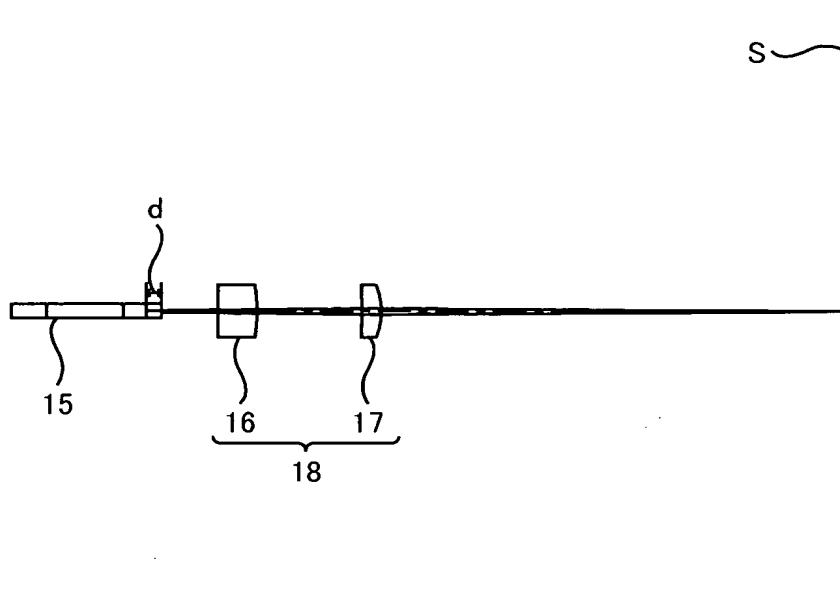
【図 1】



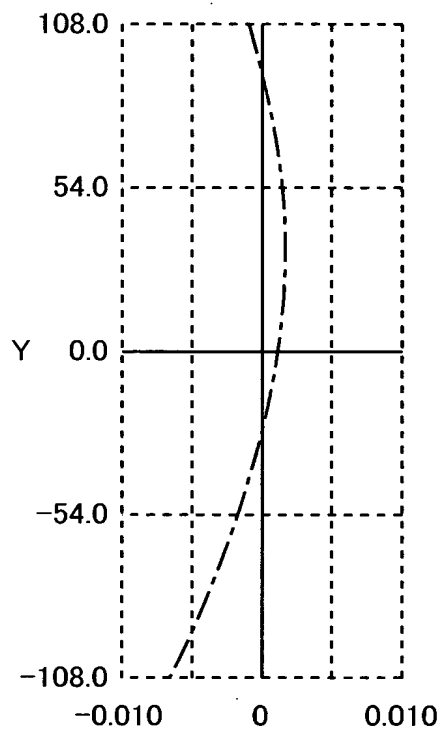
【図 2】



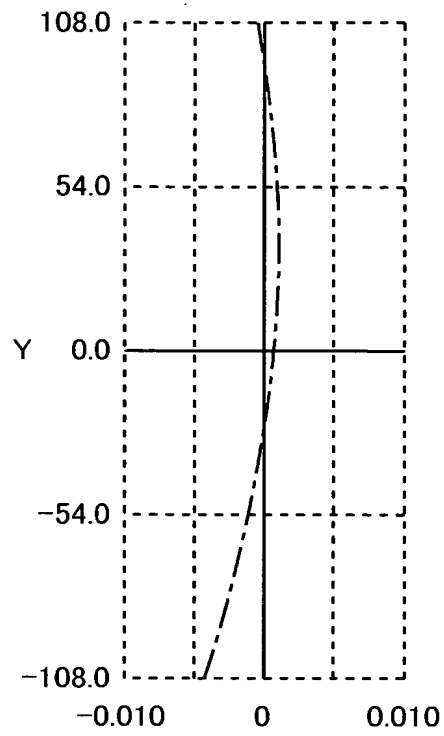
【図 3】



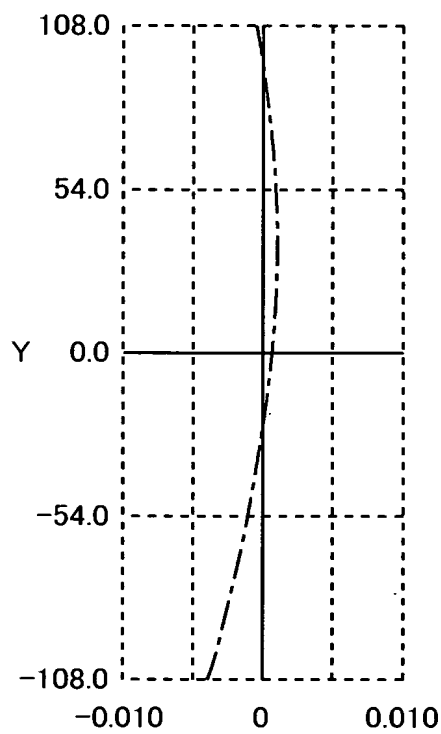
【図 4】



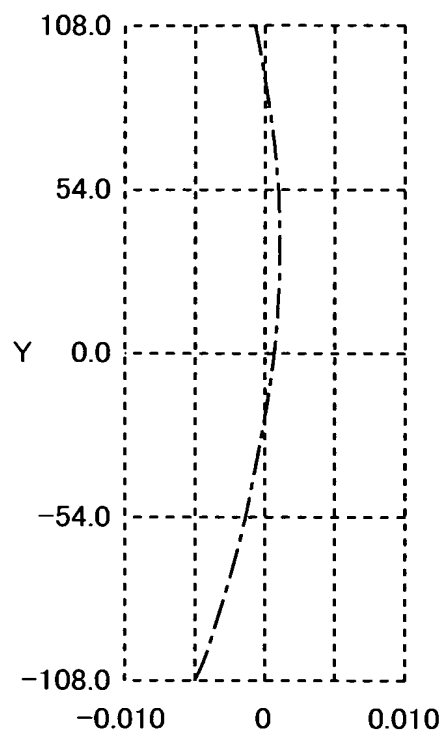
【図 5】



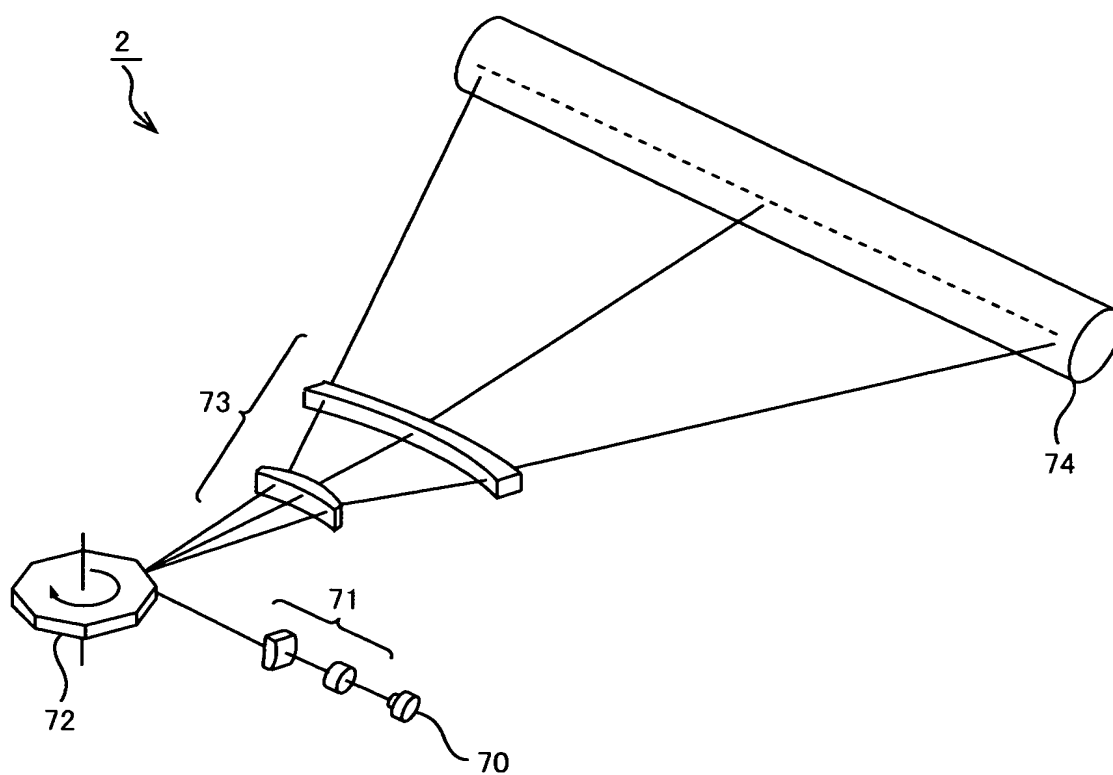
【図 6】



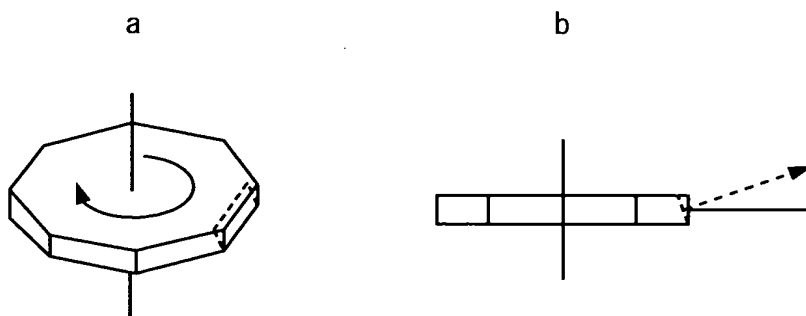
【図 7】



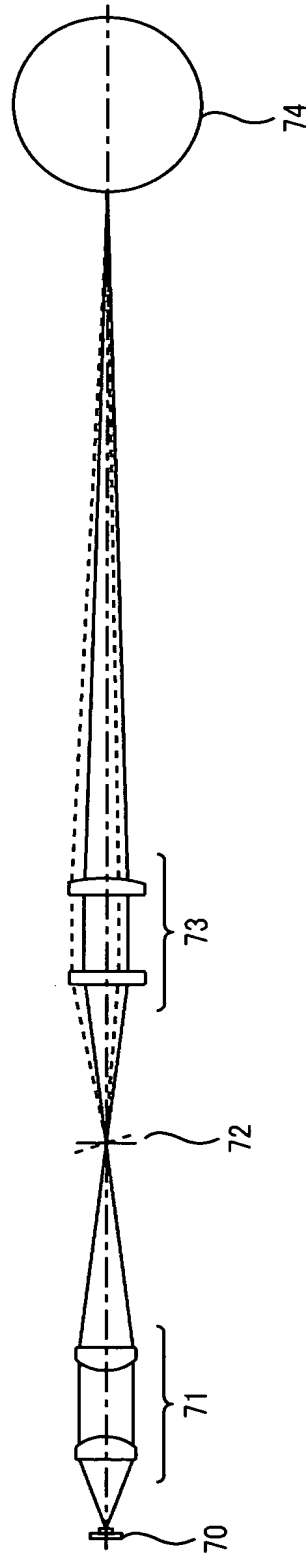
【図 8】



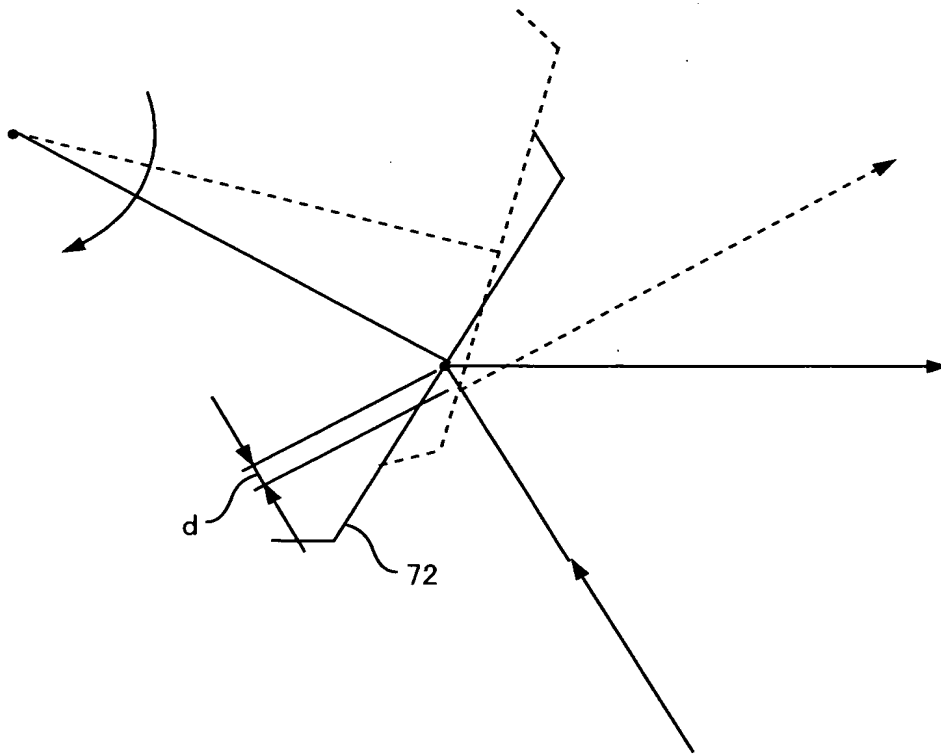
【図 9】



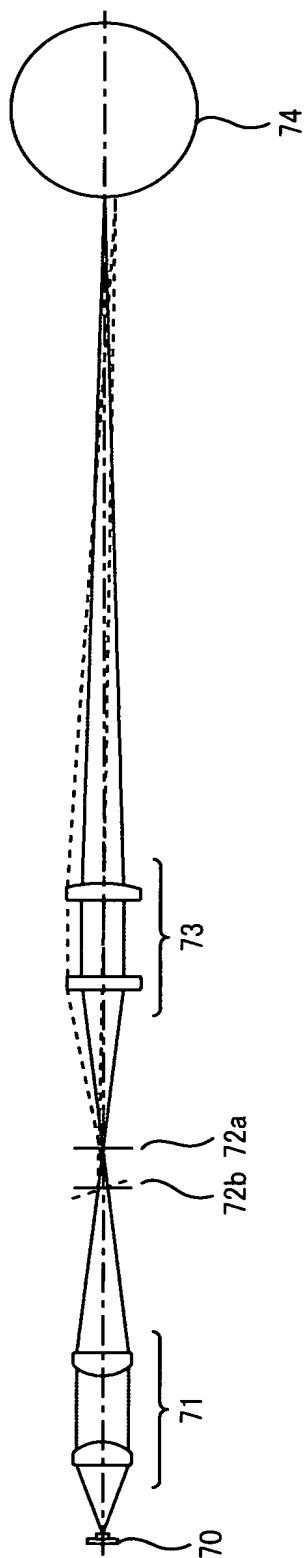
【図 10】



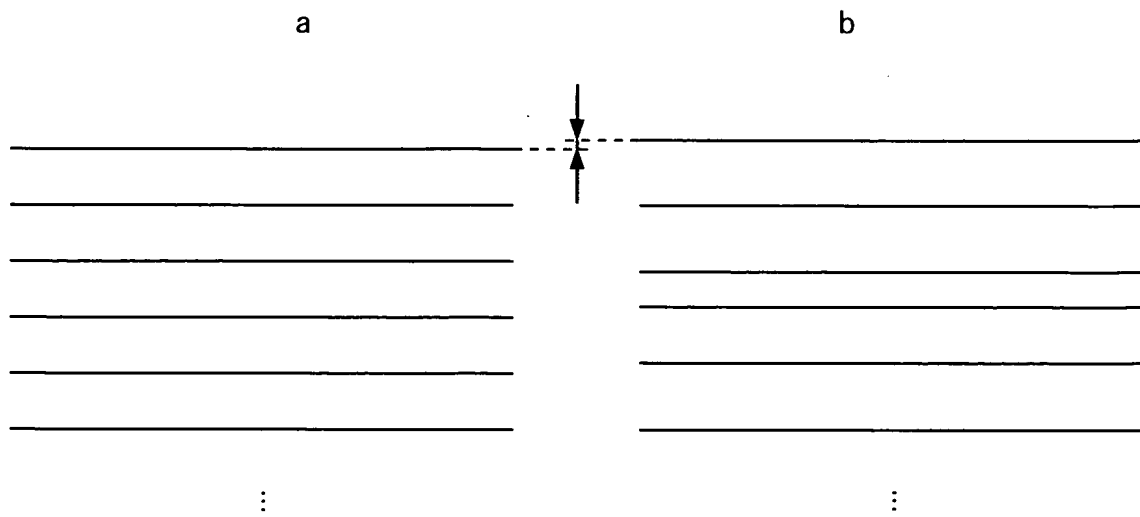
【図 1 1】



【図 12】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 全長が短く、かつバックフォーカスの長い走査光学系において、ポリゴンミラーの偏向点変化と面倒れに伴って発生する副走査方向のジッターを低減することが可能な走査光学系を提供する。

【解決手段】

レーザー光源 10 の発光点から発されたレーザー光束は、第 1 光学系 13 を透過し、ポリゴンミラー 15 によって動的に偏向されつつ第 2 光学系 18 を透過し、走査対象面上に走査線を形成する。このポリゴンミラー 15 の内接半径 r [mm] は、第 2 光学系 18 の副走査倍率を m 、第 2 光学系の主走査断面における焦点距離を f [mm]、走査幅の半値を w [mm] とした時、 $|m| > 1.85$ の状態において、以下の条件式 (1) を満たす。

$$r < 5 \cos(w/2f) / [2|m| \{1 - \cos(w/2f)\}] \cdots \cdots (1)$$

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 4 6 9 7 3
受付番号	5 0 2 0 1 8 0 9 1 7 9
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 1 2 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年11月29日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 4 6 9 7 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 5 2 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

氏 名

旭光学工業株式会社

2 . 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

氏 名

ペンタックス株式会社